

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-065701

(43)Date of publication of application : 02.03.1992

(51)Int.Cl.

G05B 19/18

B23B 3/30

B23Q 15/00

G05D 3/00

(21)Application number : 02-177865

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 05.07.1990

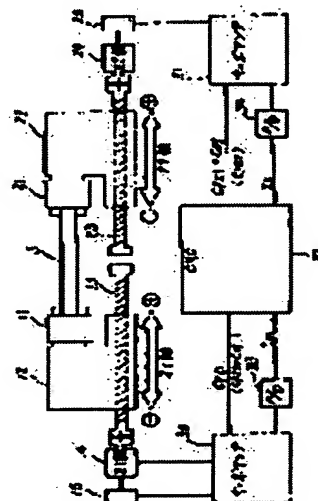
(72)Inventor : OKADA KIYOSHI

### (54) METHOD FOR SYNCHRONOUSLY INTERLOCKING FEED SHAFT OF APPLIED BOARD

#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent working accuracy from being reduced by detecting the torque difference of two servo motors for controlling respective feed rods to be synchronously interlockingly controlled to detect the displacement of a machine or a work and correcting position command data only by the detected displacement.

**CONSTITUTION:** Respective currents from the servo motors 14, 24 are fed back to a numerical control insertion (NC) 32 through respective A/D converters 33, 34 and the variation of a distance is found out by a feedback signal to calculate correcting position command data Cof. The NC 32 applies only position command data Cpz1 to a servo amplifier 30 for a master spindle and applies command data obtained by adding the data Cof to the data Cpz1 to a servo amplifier 31 for a spray spindle. Thereby, a spindle head 22 is excessively moved only by the displacement to prevent the generation of deformation of the work 5 or the machine. Since the work can be prevented from receiving unnecessary load due to the displacement of the machine or work itself, the working accuracy of the work can be improved.



#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 4 - 6 5 7 0 1

(43) 公開日 平成4年(1992)3月2日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 B 19/18		K		
B 2 3 B 3/30				
B 2 3 Q 15/00		J		
			G 0 5 B 19/18	K
			B 2 3 B 3/30	
審査請求	有		(全 8 頁)	最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平2-177865

(22) 出願日 平成2年(1990)7月5日

(71) 出願人 000000601

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

(72) 発明者 岡田 潔

愛知県名古屋市東区矢田南5丁目1番14号

三菱電機株式会社名古屋製作所内

(74) 代理人 宮田 金雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 施盤の送り軸同期連動方法

(57) 【要約】 本公報は電子出願前の出願データであるため要約のデータは記録されません。

**【特許請求の範囲】**

(1) 第一の送り軸と第二の送り軸にそれぞれ連結された2つの対向した主軸台を有し、前記2つの主軸台をワークを介して連結させ、その状態で一つの位置指令データで前記2つの送り軸を同期運動制御させる旋盤の送り軸同期運動方法において、(a) 前記第一の送り軸と第二の送り軸のトルク差から機械又はワーク変位に起因する送り軸に対する位置の補正量を演算するステップ、

(b) 前記ステップで求めた補正量に基づいて前記第一の送り軸の位置指令データ及び第二の送り軸の位置指令データの少なくとも一方を補正するステップ、  
を有することを特徴とする旋盤の送り軸同期運動方法。

(2) 第一、第二の送り軸のいずれか一方をマスタ軸とすると共に他方をスレーブ軸とし、スレーブ軸のみに補正をかけるようにしたことを特徴とする請求項(1)に記載の旋盤の送り軸同期運動方法。

(3) 送り軸に対する補正を運動モードの時だけ実行する様にし、運動モードが解除された時に補正量をキャンセルすることを特徴とする請求項(1)に記載の旋盤の送り軸同期運動方法。

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-65701

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)3月2日

G 05 B 19/18  
B 23 B 3/30  
B 23 Q 15/00  
G 05 B 19/18  
G 05 D 3/00

K 9064-3H  
9136-3C  
J 9136-3C  
C 9064-3H  
Q 9179-3H

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全8頁)

⑬ 発明の名称 旋盤の送り軸同期運動方法

⑯ 特 願 平2-177865

⑰ 出 願 平2(1990)7月5日

⑱ 発 明 者 岡 田 深 愛知県名古屋市中区矢田南5丁目1番14号 三菱電機株式  
会社名古屋製作所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

旋盤の送り軸同期運動方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 第一の送り軸と第二の送り軸にそれぞれ連結された2つの対向した主軸台を有し、前記2つの主軸台をワークを介して連結させ、その状態で一つの位置指令データで前記2つの送り軸を同期運動制御させる旋盤の送り軸同期運動方法において、

(a) 前記第一の送り軸と第二の送り軸のトルク差から機械又はワーク変位に起因する送り軸に対する位置の補正量を演算するステップ、

(b) 前記ステップで求めた補正量に基づいて前記第一の送り軸の位置指令データ及び第二の送り軸の位置指令データの少なくとも一方を補正するステップ、

を有することを特徴とする旋盤の送り軸同期運動方法。

(2) 第一、第二の送り軸のいずれか一方をマスター軸とすると共に他方をスレーブ軸とし、スレーブ軸

のみに補正をかけるようにしたことを特徴とする請求項(1)に記載の旋盤の送り軸同期運動方法。

(3) 送り軸に対する補正を運動モードの時だけ実行する後にし、運動モードが解除された時に補正量をキャンセルすることを特徴とする請求項(1)に記載の旋盤の送り軸同期運動方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は旋盤の送り軸の同期運動方法に関し、特に対向した2つの主軸台を駆動する第一の送り軸と、第二の送り軸を有する旋盤の送り軸を同期運動させるための旋盤の送り軸同期運動方法に関するものである。

## 〔従来の技術〕

長いワークを対向した2台の主軸台で把持し、これを同期させて駆動しながらワークを加工する複合旋盤が実用化されている。

第8図は前記複合旋盤を示す構成図であり、図に於て(1)は刃物台、(2)は刃物台(1)に取り付けられた切削工具、(3)は刃物台(1)と連結され

## 特開平4-65701 (2)

これを駆動するボールネジ、(4)は前記ボールネジ(3)と連結しこれを駆動するX軸サーボモータ、(5)は加工ワーク、(11)は前記加工ワーク(5)の一方を把持するチャック、(12)はスピンドルが搭載された主軸台、(13)は前記主軸台(12)と連結されこれを駆動するボールネジ、(14)は前記ボールネジ(13)と連結されこれを駆動するZ軸サーボモータである。

また(21)~(24)はそれぞれ(11)~(14)に対応した同一ユニットであり、説明は省略する。この場合装置は1本のワーク(5)の両端を各々の主軸台に取り付けられたチャック(11)(21)で把持し、その状態で前記主軸台(12)(22)を同期運動させながらワークを加工する事を特徴としている。

第7図は第6図で示した装置を制御する数値制御装置(以下NCと呼ぶ)のサーボアンプのブロック図で、(4)は刃物台を駆動するX軸サーボモータ、(6)は前記刃物台(1)の位置を検出する位置検出器、(7)は位置指令パルスCpxと位置検出器(6)からのフィードバックパルスの誤差を検

出する周知の誤差カウンタ、(8)は誤差カウンタ(7)の値をアナログ量に変換するD/Aコンバータ、(9)は前記アナログ量を増幅しサーボモータ(4)を駆動するパワーアンプである。

また、(16)~(19)、(26)~(29)はそれぞれ(6)~(9)と同一に構成され、Z1軸用サーボモータ(14)とZ2軸用サーボモータ(24)を各々駆動する。

CpxはNCより指令される、前記サーボモータ(4)を駆動するX軸位置指令パルス、CpzはNCより指令される、前記2台のサーボモータ(14)と(24)を同時に駆動するZ軸位置指令パルスである。

尚、説明中同一部分には同一番号を付けてある。次に動作について説明する。

第6図に於て刃物台(1)のX軸方向の移動と主軸台(12)(22)のZ軸方向の移動は、図示しない紙テープ、NC内記憶メモリ等に記憶された加工プログラムを実行する事で実現される。加工プログラムは例えば、

N001 G01X100.Z200.F2.;

N002 G00Z-50.;

の様にX軸とZ軸の移動量が1ブロック単位で実行順にプログラムされており、これを図示しないCPU・メモリ等で構成された中央処理部(NC本体部)で1ブロック毎の各軸移動量として演算され、周知のパルス分配器により各軸位置指令パルス列に変換される。

前記位置指令パルス列が第7図に示したCpxとCpzであり、CpxはX軸用、CpzはZ軸用として出力される。位置指令パルス列Cpxは誤差カウンタ(7)に加算され位置検出器(6)との誤差はD/A変換器(8)を通してパワーアンプ(9)に与えられ、誤差量に応じた速度でサーボモータ(4)を駆動することで刃物台(1)を移動させる。

また、位置指令パルス列Cpzも同様であるがCpzは誤差カウンタ(17)と(27)の両方に与えられている為、第8図に示した2つの主軸台(12)と

(22)が同期運転を行う。

〔発明が解決しようとする課題〕

従来の送り軸の同期運動方法は以上の様なものである。熱変位等の誤差の無い理想環境下であれば目的の加工ができるかもしれないが、現実には2つの主軸台(12)(22)をワーク(5)で連結した状態では機械系の変位・ワーク自身の変位がサーボモータ(14)(24)の負荷となって現われ、またこれら変位は、チャッキング圧によるワークの圧力変位・切削の発熱によるワークの熱変位・機械移動の摩擦熱等による機械の熱変位であり、これらを無くすることはできない。

第8図は前記変位が機械・ワークに与える影響を示す構成図で、実線は変位前を示し、破線(5a、10a)が変位後を示している。

第8図(a)は前記した変位がワークの変形により吸収されている例で、ワークの剛性が機械剛性・サーボ剛性より小さい場合に発生し、第8図(b)は前記した変位が機械の変形により吸収されている例で、機械の剛性がワークの剛性・サーボ

## 特開平4-65701 (3)

剛性より小さい場合に発生する。また前記(a)、(b)以外にはサーボ剛性がワークの剛性・機械の剛性より小さい場合が考えられるが、このケースではモータトルクが飽和し制御不能となるため、モータ又は駆動アンプが過負荷アラームで運転停止となり、以上何れの場合もワークに無理な力が作用し、加工精度を低下させる欠点があった。

この発明は上記の様な課題を解決する為になされたもので、前記変位が生じたとしても加工精度が低下しない旋盤の送り軸同期運動方法を得る事を目的とする。

## 〔課題を解決するための手段〕

この発明に係る旋盤の送り軸同期運動方法は、対向した2つの主軸台を駆動する第一の送り軸と第二の送り軸を有し、前記2つの主軸台をワークを介して連結させた状態で前記2つの送り軸を同期運動制御する旋盤の送り軸の同期運動方法において、同期運動制御する2つの送り軸のトルクの差から機械又はワーク変位を検知して送り軸に対する位置の補正量を算出し、この補正量をもって

送り軸の位置を補正(位置の同期を崩す)ようにしたものである。

## 〔作用〕

この発明によれば、機械又はワークの変位量を主軸台を移動させることで吸収し、主軸台は新たな変位を検知しない限り補正した位置で同期を保つようになる。

## 〔発明の実施例〕

以下この発明の一実施例を第1図～第6図を用いて説明する。

この発明の基本的な考え方は、送り軸を制御するサーボモータのトルク差を検出することにより機械又はワークの変位を検知し、この検知した変位分だけNC装置より出力されるサーボモータの位置指令データを補正することにより、サーボモータにて駆動される主軸台を前記変位分だけ余分に移動させてその変位を吸収させようとするものである。

まずサーボモータのトルクを検出すれば、何故機械又はワークの変位を検出できるかについて第

5図を用いて説明する。即ち第5図において、(40)は第7図で説明した指令パルス(CpZ)を速度で置き換えたグラフ、(41)はグラフ(40)で示した速度指令時のマスク軸のトルクカーブ、(42)は同様にスレーブ軸のトルクカーブである。

なお第6図において、Z1軸及びZ2軸のいずれがマスク軸になり、又スレーブ軸になるかは加工プログラムの作成の仕方によって決定される。

トルクカーブ(41)と(42)は同一速度指令により動作しているので、機械特性・モータ特性がほぼ同一の条件下においてはその差はほとんど0である。

次に機械変位が発生し相対的にワークが伸びた場合を考えると、第6図に於て主軸台(12)はマイナス方向に押され、サーボモータ(14)はそれに反発する為プラス方向のトルクを発生し、一方反対側の主軸台(22)はプラス方向に押され、サーボモータ(24)はそれに反発する為マイナス方向のトルクを発生する。この状態でのマスク軸とスレーブ軸のトルクカーブを示したのが(43)と(44)で、(45)

はトルクカーブ(43)と(44)の差分を表わし、即ち(45)が機械又はワーク変位の作用に対する反作用として消費しているトルクと考える事ができ、このトルク差(45)で機械又はワーク変位を検知でき、またトルク差(45)の大きさを機械又はワーク変位量の大きさを決定する事ができるのである。

第1図に本発明を具体化するための一実施例を示す。図に於て、(5)はワークであり、2つの主軸台(12)と(22)に取り付けられたチャック(11)と(21)に両端を把握されている。(13)は主軸台(12)を駆動するボールネジで、サーボモータ(14)に結合され、同様に(23)は主軸台(22)を駆動するボールネジで、サーボモータ(24)に結合されている。またサーボモータ(14)には位置及び速度検出用のパルスコード(15)が、サーボモータ(24)には位置及び速度検出用のパルスコード(25)が各々結合されている。

サーボモータ(14)はサーボアンプ(30)により駆動され、又サーボモータ(24)はサーボアンプ(31)により駆動される。前記サーボアンプ(30)(31)は

## 特開平4-65701 (4)

周知のとおりCPU・メモリ等を有する制御部と、パワートランジスタ等を有するパワーアンプで構成され、制御部では位置及び速度検出用のパルスコード(15)(25)のフィードバック信号とNC(32)からの位置指令データに基づき位置・速度の制御が行われる。

NC(32)は、マスタ軸用のサーボアンプ(30)に位置指令データ(Cp z 1)のみを、スレーブ軸用のサーボアンプ(31)には位置指令データ(Cp z 1)に補正位置指令データ(Co f)を加算した指令データを各々与える。

なお、サーボアンプ(31)側がマスタ軸用として加工プログラムが作成されている場合には、この関係は逆となる【図中( )内の記号で示した】

又この補正は理論的にはマスタ軸及びスレーブ軸の両方にかけてもよいが、機械加工はマスタ軸側で行われるのが一般的であるので、加工精度を保つ上ではスレーブ軸に補正をかけることが好ましい。

また補正位置指令データ(Co f)は、サーボ

モータ(14)とサーボモータ(24)のトルク差から算出され、この為にサーボモータ(14)とサーボモータ(24)の各電流をAD変換器(33)(34)を介してデジタル値に変換しNC(32)にフィードバックされる。前記フィードバック信号は適当な定数を乗じて距離の単位に変換しその微分して距離の変化量を求めた後、適当な時定数による遅れを設けて補正する。

適当な時定数による遅れは、駆動モータの過渡的な応答でモータ自身の特性のばらつき等に起因する一時的なトルク変化分を除去し、定常的に発生している変化分を取り出す効果がある。また、距離の単位への変換は、定格出力を発生させる誤差量(E)より下式で求めている。

$$\text{補正量} = E \times (\text{フィードバックトルク差}) / (\text{定格トルク})$$

尚、以上の説明中、時定数(T)・定格出力を発生させる誤差量(E)・定格トルク( $t_{\max}$ )は、パラメータで与える様にしている。

従ってこのように構成すれば、前記変位が生じ

てもサーボモータ(24)にて駆動される主軸台(22)、又はサーボモータ(14)にて駆動される主軸台(12)がその変位分だけ余分に移動することになって第8図に示すようなワークの変形や機械の変形が生じなくなり、新たな前記変位を検知しない限り補正した位置で同期を保ち、サーボモータは同一トルクで駆動されるようになる。

又第2図にトルク差から補正量を求めるソフトウェア処理のフローチャート図を示す。図に於て、Sに続く数値は処理ステップの番号を示す。

(S1)マスタ軸のトルクフィードバック $t_m$ 、スレーブ軸のトルクフィードバック $t_s$ 、及びパラメータ設定値1〜3を各々E・ $t_{\max}$ ・Tに読み取る。

(S2)マスタ軸のトルク $t_m$ とスレーブ軸のトルク $t_s$ のトルク差 $t_e$ を求める。

(S3)トルク差 $t_e$ に定数(E/ $t_{\max}$ )を乗じて単位変換し距離差 $l_e$ を求める。

(S4)距離差 $l_e$ と前回の距離差 $l_e'$ の差から今回の補正量 $p_e$ を求め、前回の距離差 $l_e'$ を今回の

距離差 $l_e$ と置き換える。

(S5)補正量 $p_e$ を補正量を積算させたPに加え、Pと置き換える。

(S6)積算した補正量Pに、パラメータで設定された時定数1/Tを乗じて、補正值Co fを求める。

(S7)補正值Co fを実際の補正分として出力するので積算した補正量Pから差し引く。

上記のS1〜S7の各処理はブロック図で示すと第3図のようになる。

また第4図に前記第2図で示した補正量算出プログラムを含む全体の処理フローを示す。

第4図において、G198はZ1軸をマスタ軸とした加工プログラム中の運動モード指令、G199はZ2軸をマスタ軸とした加工プログラム中の運動モード指令、G197は加工プログラム中の運動モードのキャンセル指令としてある。

図中のSに続く番号はステップ番号を示す。

(S9)Z1軸用指令パルスとZ2軸用指令パルスをそれぞれCp z 1とCp z 2に読み込む。

## 特開平4-65701 (5)

- (S10) 指令がG198か判定し、もしG198の時は(S11)でZ1軸がマスク軸の運動モードを示すフラグ(FG1)をオンする。
- (S12) 指令がG199か判定し、もしG199の時は(S13)でZ2軸がマスク軸の運動モードを示すフラグ(FG2)をオンする。
- (S14) 指令がG197か判定し、もしG197の時は、(S15)でそれまでに補正した積算量(S20で算出)をスレーブ軸の指令に対してフィードバックし、指令値のプリセットを行い、(S16)で運動モードをキャンセルするため、運動モードを示すフラグ(FG1、FG2)をクリアし、補正量の積算値Hpをクリアする。
- (S17) Z1軸の補正量Cof1とZ2軸の補正量Cof2を初期化する。
- (S18) 運動モードを示すフラグ(FG1、FG2)をチェックし運動モードでなければ(S24)にジャンプし、運動モードの時は(S19)以下の補正処理を行う。

ポアンプへ、Z2軸の指令パルスCpz2に補正パルスCof2を加えたものをZ2軸サーボアンプへそれぞれ出力する。

なお、上記実施例にあっては、補正量を演算するため定格出力を発生させる誤差量(E)及び定格トルク(tmax)を用いたが、必ずしもこのデータを用いる必要はなく、実験で求めた或る定数を用いてもよい。

又上記実施例にあっては、この発明が理解しやすいようにサーボモータ特性、サーボアンプ特性等が両者同一であってこれらの特性の相違による同期運動崩れが存在しない場合について説明したが、これらの特性の相違があっても同期運動崩れが発生する懸念がある場合には、例えば特開平1-228752号公報に開示されている主軸同期技術(本発明の対象とする旋盤であって、2つの主軸モータに同一の指令を与えてもサーボモータ特性等に相違があっても同期運動崩れが発生する場合には、主軸モータのトルク、回転位置及び速度から主軸モータの補正値を算出することにより同期運

- (S19) ここでは第2図に示した補正量の算出を行い、補正量Cofを求める。
- (S20) (S19)で求めた補正量を演算するため補正量Cofを補正積算値Hpに加え、Hpと置き換える。
- (S21) Z1軸とZ2軸のどちらがマスク軸か判定する。
- (S22) Z1軸がマスク軸の時はZ2軸をスレーブ軸とする為、Z2軸の指令データCpz2をマスク軸の指令データCpz1と置き換え、補正量Cofをスレーブ軸に加えるためCof2をCofと置き換える。
- (S23) Z2軸がマスク軸の時はZ1軸をスレーブ軸とする為、Z1軸の指令パルスCpz1をマスク軸の指令パルスCpz2と置き換え、補正量Cofをスレーブ軸に加えるためCof1をCofと置き換える。
- (S24) X軸の指令パルスCpxをX軸サーボアンプへ、Z1軸の指令パルスCpz1に補正パルスCof1を加えたものをZ1軸サー

ボアンプへ、Z2軸の指令パルスCpz2に補正パルスCof2を加えたものをZ2軸サーボアンプへそれぞれ出力する。

動崩れを防止し、もってワークのねじれを防止する技術)を、サーボモータの同期制御に流用すればよい。即ち前記変位による加工精度低下防止は本発明を流用し、又前記モータ特性等の相違による加工精度低下は例えば特開平1-228752号公報に開示されている主軸同期技術をサーボモータの同期制御に流用して対応すればよい。

又上記実施例において、前記変位が余り過大になると主軸台を移動させてその変位を吸収させたとしても加工精度が補償されなくなる懸念があるので、トルク差が一定値以上になったときは、その補正を行うことなくアラームを出すことが好ましい。

なお又上記実施例においては、NC装置側に電流フィードバック信号を取込みNC装置側で位置指令データを補正するものについて説明したが、サーボアンプ側でNC装置より指令される位置指令データを補正するようにしてもよいことはいくまでもない。

[発明の効果]



## 特開平4-65701 (6)

以上前記実施例で説明したように、1台で2台分の旋盤を合わせた様な複合旋盤が近年数多く生産されるようになったが、このような複合旋盤に於て、両方のチャックで1つのワークを同時に把持し同期運転を行う場合、機械自身またはワークそのものの変位によってワークに不要な負荷が加わるのを本発明によって防止する事ができるので、ワークの加工精度を向上できる。またサーボモータに対して不要な負荷をかけない為、サーボモータの消費電力を低減することが可能となり、省エネルギーの効果がある。

なおまた機械自身に変位が発生し難くなるので、機械自身の精度も長年に亘って保証できるようになる。

## 図面の簡単な説明

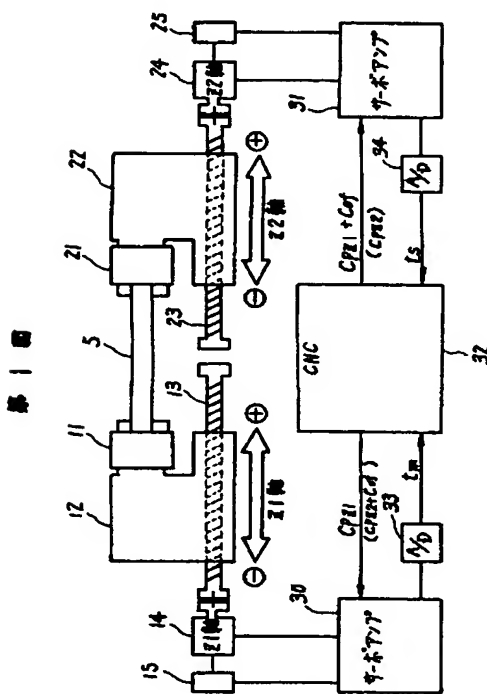
第1図～第5図はこの発明の一実施例に係る図で、第1図はこの発明方法を具体化するための全体を示すブロック図、第2図はトルク差から補正量を求める方法を示すフローチャート図、第3図は第2図の処理のブロック図、第4図はこの発明

方法の全体を示すフローチャート図、第5図はサーボモータのトルク波形を示すグラフ図、第6図は同期運動加工を行う複合旋盤を示す構成図、第7図は、従来の同期加工を実現する駆動部を示すブロック図、第8図は従来の同期制御では変位がワークや機械に歪を発生させることを示す見取図である。

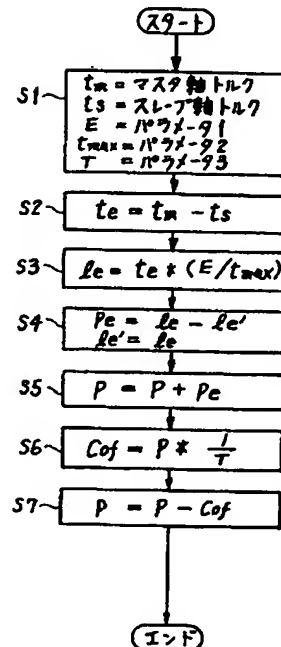
なお、図中、同一符号は同一、又は相当部分を示す。

- (5) .....ワーク
- (11) (21) .....チャック
- (12) (22) .....主軸台
- (14) (24) .....サーボモータ
- (16) (26) .....サーボアンプ
- (17) (27) .....A/D変換器
- (Cp1) .....Z1軸位置指令データ
- (Cp2) .....Z2軸位置指令データ
- (Cof1) .....Z1軸位置指令補正データ
- (Cof2) .....Z2軸位置指令補正データ

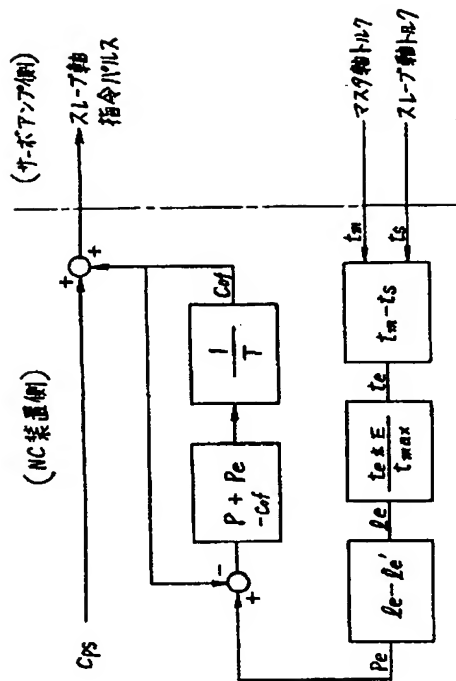
代理人 大 岩 増 雄



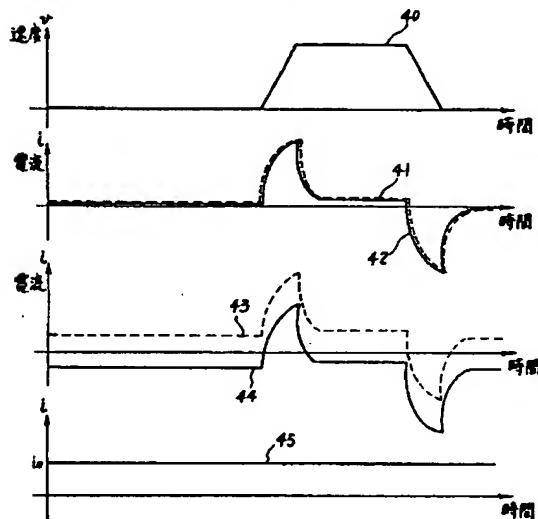
第2図



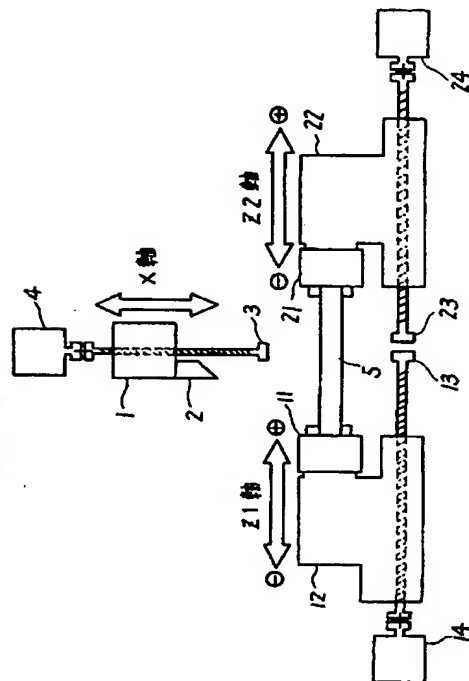
第 3 回



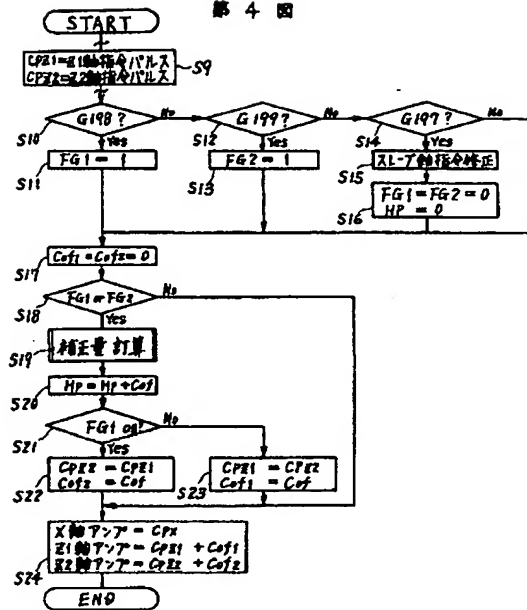
第 5 圖



99



START 第 4 回



特開平4-65701 (8)

